

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 640 148

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 89 14717

(51) Int Cl<sup>8</sup> : A 62 D 3/00; H 05 H 1/24.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 9 novembre 1989.

(30) Priorité : JP, 10 novembre 1988, n° 284098/1988, 31 août 1989, n° 225211/1989 et 1<sup>er</sup> septembre 1989, n° 227083/1989.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 15 juin 1990.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, Toyonobu YOSHIDA et Société dite : JEOL Ltd. — JP.

(72) Inventeur(s) : Koichi Mizuno; Takeshige Wakabayashi; Yutaka Koinuma; Reiji Aizawa; Satoshi Kushiya; Satoshi Kobayashi; Hideo Ohuchi; Toyonobu Yoshida; Yoshihiro Kubota; Takanobu Amano; Hisashi Komaki; Shoji Hirakawa.

(73) Titulaire(s) :

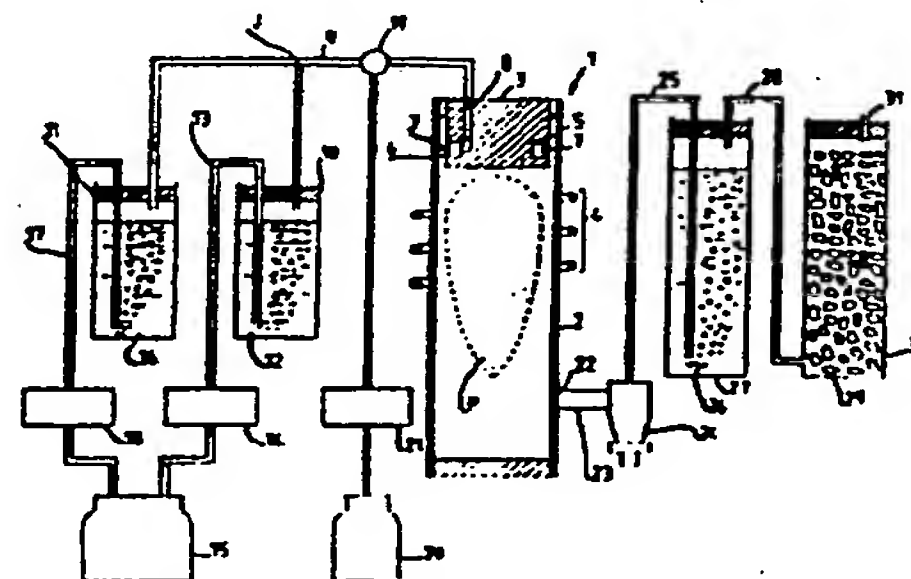
(74) Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

(54) Procédé et dispositif pour la décomposition d'un composé organique halogéné et générateur de plasma à induction à y utiliser.

(57) L'invention concerne un dispositif pour décomposer un composé organique halogéné.

Selon l'invention, il comprend un tube cylindrique 2, une tuyère d'alimentation en gaz 3, une torche de plasma à induction consistant en une bobine haute fréquence 4 enroulée sur le tube 2, une source 15 d'un gaz porteur, un premier récipient 10 qui contient le composé organique halogéné 12 en phase liquide et dans lequel est introduit le gaz porteur; un second récipient 11 qui contient de l'eau et dans lequel est introduit le gaz porteur et un passage 13 du gaz porteur qui mélange celui du premier récipient à celui du second récipient et force le mélange résultant dans la tuyère, le gaz porteur du premier récipient contenant le composé organique halogéné, celui du second récipient contenant de l'eau.

L'invention s'applique notamment à la protection de l'environnement.



FR 2 640 148 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif pour efficacement décomposer des composés organiques halogénés qui sont des composés organiques tels que les chlorofluorocarbones (CFC) et le trichloroéthylène, contenant du fluor, du chlore ou du brome.

Les composés organiques halogénés qui sont des composés organiques, comme CFC et le trichloroéthylène, contenant du fluor, du chlore ou du brome, trouvent une large utilisation en tant que solvant, réfrigérant et agent extincteur et sont employés en de grandes quantités. Par conséquent, ils ont une certaine importance dans l'industrie. Cependant, ces composés sont volatils et un grand nombre des composés organiques halogénés utilisés dans l'industrie sont émis vers l'environnement comme l'atmosphère, l'eau ou le sol. En conséquence, on a fait remarquer que cette émission détruisait la couche d'ozone de la stratosphère et produisait des substances carcinogènes, affectant ainsi gravement l'environnement.

Lorsqu'il faut se débarrasser de composés organiques halogénés, l'on ne dispose couramment d'aucune méthode appropriée pour leur décomposition, parce que leur réactivité est extrêmement faible.

Les techniques de décomposition qui ont jusqu'à maintenant été rapportées sont principalement des techniques de combustion à de hautes températures. Un exemple de décomposition de déchets organiques dangereux utilisant de telles techniques est décrit dans un article intitulé "Laboratory Investigation of Thermal Degradation of a Mixture of Hazardous Organic Compounds" de John L. Graham, Douglas L. Hall et Barry Dellinger dans Environ. Sci. Technol., Volume 20, N° 7, 1986, pages 703-710. Cependant, dans cette méthode, l'efficacité énergétique est extrêmement faible, parce que les composés organiques halogénés sont brûlés en même temps qu'une grande quantité de combustible, comme un hydrocarbure. Par ailleurs, la totalité du dispositif ne peut

être d'une petite taille, car le réservoir de combustible et l'incinérateur sont grands. De plus, les halogènes libres produits par la combustion viennent en contact avec la paroi de l'incinérateur qui est à de hautes température, attaquant ainsi l'incinérateur. Ce phénomène est particulièrement évident lorsque l'on brûle des composés organiques de fluor.

La présente invention a pour objet principal un procédé pour la décomposition efficace de composés organiques halogénés, comme les chlorofluorocarbones (CFC) et le trichloroéthylène, par réaction au plasma.

La présente invention a pour autre objet un procédé et un dispositif pour la décomposition efficace de composés organiques halogénés en fournissant efficacement les composés en phase liquide dans un plasma.

La présente invention a pour autre objet de produire un dispositif capable de décomposer les composés organiques halogénés sans produire de sous-produits dangereux.

Les présents inventeurs ont recherché un procédé capable de décomposer facilement des composés organiques halogénés et ont trouvé un procédé de décomposition utilisant un plasma produit soit par un chauffage par induction utilisant des ondes à haute fréquence ou des micro-ondes ou par un chauffage en courant continu. La présente invention utilise le fait que les substances sont réactives à l'état de plasma. Même des produits chimiques résistant à la décomposition comme des composés organiques halogénés peuvent être décomposés en un temps court. En particulier, dans un plasma atteignant plus de 10000°C, presque toutes les molécules sont considérées comme se dissociant en atomes.

Selon la présente invention, des composés organiques halogénés sont introduits dans un plasma pour leur décomposition. Dans un mode de réalisation de l'invention, un composé organique halogéné est introduit dans un plasma, en même temps qu'une substance réagissant avec le composé

organique halogéné décomposé tel que de l'eau. Le composé décomposé est forcé à réagir avec l'eau pour l'empêcher de retourner à son état d'origine.

5 L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention, et dans les-  
10 quels :

- la figure 1 est un schéma d'un système pour décomposer un composé organique halogéné, le système étant fabriqué selon l'invention ;

15 - les figures 2 et 3 sont des schémas d'autres systèmes selon l'invention, pour décomposer un composé organiques halogéné ; et

- la figure 4 est un schéma d'un autre système selon l'invention pour empêcher la production de sous-produits dangereux.-

20 En se référant à la figure 1, elle montre un système selon l'invention. Le système à une torche 1 pour produire un plasma par induction. La torche 1 comprend un tube cylindrique 2 fait en un matériau isolant tel que du quartz, une tuyère 3 d'alimentation à gaz et une bobine haute fré-  
25 quence 4 qui entoure le tube 2. La tuyère 3 est pourvue d'une gorge annulaire 5. Une plaque annulaire 6 est soudée à l'extérieur de la gorge 5. La plaque 6 est pourvue d'un certain nombre de trous minuscules 7. La gorge 5 est connectée à une extrémité d'un trou 8 qui est formé dans la tuyère  
30 3. L'autre extrémité du trou 8 est connectée à un tube 9 au sommet de la tuyère 3.

Le tube 9 se ramifie en un premier tube qui s'étend dans un premier récipient 10 et un seconde tube qui s'étend dans un second récipient 11. Le premier récipient 10 contient un  
35 composé organique halogéné 12, tel que CFC, qui doit être

décomposé et est en phase liquide. Une extrémité d'un tube 13 d'alimentation en gaz porteur est insérée dans le composé organique halogéné contenu dans le premier récipient 10. L'autre extrémité du tube d'alimentation 13 est connectée à une source de gaz argon 15 via un régulateur d'écoulement 14. Le second récipient 11 contient de l'eau 16 dans laquelle est insérée une autre extrémité d'un autre tube 17 d'alimentation en gaz porteur, tandis que l'autre extrémité est connectée à la source de gaz argon 15 via un régulateur d'écoulement 18.

Un sélecteur 19 est monté dans le tube 9 pour forcer soit le gaz provenant du premier récipient 10 et du second récipient 11 ou le gaz provenant d'une source 20 de gaz argon dans le trou 8 qui est formé dans la tuyère 3. L'écoulement de gaz de la source de gaz argon 20 est contrôlé par un régulateur d'écoulement 21.

Le tube cylindrique 2 formant la torche à plasma 1 a une ouverture 22 à proximité de son extrémité inférieure. Un tube d'échappement 23 qui est connecté à un cyclone 24 est connecté à l'ouverture 22. Le cyclone 24 sert à piéger la matière en poudre contenue dans les vapeurs d'échappement. Les vapeurs d'échappement ayant passé par le cyclone 24 sont guidées dans un tube 25 qui s'étend dans un récipient 27. Une solution d'eau alcaline 26 comme de la potasse (KOH) est contenue dans le récipient 27. Un tube 28 pour évacuer le gaz interne s'étend du sommet du récipient 27. Le tube d'évacuation 28 est connecté à un autre récipient 30 à proximité de son fond. Le récipient 30 contient un solide alcalin 29, tel que de l'oxyde de calcium (CaO). Le gaz ayant traversé les interstices parmi les particules du solide 29 peut s'échapper par un tube d'évacuation 31 qui s'étend du sommet du récipient 30.

Le fonctionnement du système construit comme décrit ci-dessus sera maintenant décrit. A l'état initial, le sélecteur 19 monté dans le tube 9 fonctionne de manière que du gaz argon provenant de la source de gaz argon 20 soit fourni

dans la gorge 5 via le trou 8 formé dans la tuyère 3. Le gaz traverse alors les nombreux trous minuscules qui sont formés dans la plaque 6 et est injecté dans le tube cylindrique 2. Dans cette condition, des ondes à haute fréquence sont fournies à la bobine haute fréquence 4 pour produire un plasma P par un mécanisme d'allumage (non représenté).

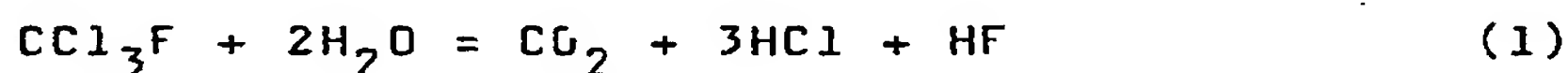
Subséquentement, le sélecteur 19 est commuté à l'autre état de façon que les gaz du premier récipient 10 et du second récipient 11 puissent être fournis dans la gorge 5 vis le trou 8 dans la tuyère 3, au lieu du gaz argon provenant de la source 20 de gaz argon. Dans le premier récipient 10, le tube d'alimentation en gaz porteur 13 connecté à la source de gaz argon 15 est immergé dans la solution du composé organique halogéné 12 qui est contenue dans le récipient. Le gaz argon est éjecté de l'extrémité du tube 13 qui débouche dans la solution 12 du composé, à un débit qui est contrôlé par le régulateur d'écoulement 14. Comme on fait barboter le gaz argon à travers la solution du composé organique 12, le composé organique vaporisé est contenu dans l'argon gazeux et est évacué dans le tube 9, en provenance du premier récipient 10. Dans le second récipient 11, le tube 17 d'alimentation en gaz porteur, connecté à la source 15 de gaz argon est inséré dans l'eau 16 contenue dans le récipient. Le gaz argon, est éjecté de l'extrémité du tube 17 qui débouche dans l'eau 16, à un débit approprié contrôlé par le régulateur d'écoulement 18. Comme on fait barboter le gaz argon à travers l'eau, l'eau vaporisée est contenue dans l'argon et est évacuée dans le tube 9, en provenance du premier récipient 11.

Le gaz argon contenant la vapeur du composé organique halogéné est mélangé au gaz argon contenant la vapeur d'eau, au point de ramification J du tube 9. Le mélange gazeux est forcé dans la gorge 5 via le trou 8 dans la tuyère 3. Le mélange gazeux passe alors à travers les nombreux trous



minuscules 7 qui sont formés dans la plaque 6, et est éjecté dans le tube 2. Enfin, le mélange gazeux est admis dans le plasma P. A ce moment, la température du plasma est comprise entre 10000 et 15000°C. Le composé organique halogéné introduit dans le plasma P est décomposé à une haute efficacité à cause de la haute température et parce qu'il est forcé à réagir.

Lorsque du trichlorofluorométhane (Fréon 11)  $\text{CCl}_3\text{F}$  est décomposé en tant que composé organique halogéné dans le plasma, le composé réagit avec l'eau selon la réaction



Les vapeurs d'échappement contenant les molécules décomposées sont envoyées au cyclone 24 par le tube d'échappement 23 en provenant de l'ouverture 22 du tube 2 qui se trouve près du bas du tube 2. A ce moment, si la quantité d'eau est insuffisante en comparaison avec le Freon 11, excessivement de carbone est produit. De la poudre fine de carbone et d'autres substances contenues dans les vapeurs d'échappement sont piégées dans le cyclone 24. Le gaz ayant passé par le cyclone 24 est introduit dans la solution dans l'eau d'une potasse 26 dans le récipient 27, par le tube 25. Par suite, les vapeurs d'échappement contenant des acides tels HCl et HF sont neutralisées. Le gaz neutralisé est admis dans le récipient 30 en provenance du fond du récipient 26 via le tube d'échappement 28 puis est déshydraté par l'oxyde de calcium 29 dans le récipient 30. Le gaz déshydraté est un composé stable qui affecte à peine l'environnement. Ce gaz est émis d'une manière appropriée vers l'atmosphère.

Comme le plasma P à haute température est produit à proximité de la tuyère 3, cette tuyère est chauffée par le plasma. Comme la température du plasma P est assez élevée, il est possible que la tuyère fonde ou se déforme. Par conséquent, il est nécessaire de former un passage d'un réfri-

gérant dans la tuyère 3, et de faire circuler un réfrigérant tel que de l'eau ou de l'huile à travers le passage, pour refroidir la tuyère. Si la température du réfrigérant est si froide que la tuyère est excessivement refroidie, alors le composé organique halogéné et vaporisé et l'eau forcée dans la gorge 5 par le trou 8 se remettent en gouttelettes. Pour cette raison, il faut préchauffer le réfrigérant entre 40°C et 50°C, pour empêcher la tuyère d'être excessivement refroidie.

Le tableau 1 montre les résultats d'une expérience entreprise pour décomposer les trichlorofluorométhane (Fréon 11)  $\text{CCl}_3\text{F}$  qui est un composé organique halogéné, par le système ci-dessus mentionné. Dans cette expérience, on a utilisé le système ci-dessus décrit et un chromatographe en phase gazeuse (non représenté) était connecté au tube d'évacuation 31. Des analyses qualitative et quantitative ont été faites du gaz décomposé par le plasma. Le générateur utilisé de plasma par induction fonctionnait aux conditions suivantes :

- Débit du gaz argon : 40 l/mn
- Alimentation en courant haute fréquence
- Tension de la plaque : 6 kV
- Courant de la plaque : 2,2 A
- Pression de réaction : 1 mbar

TABLEAU 1

Concentration du gaz du composé organique halogéné	Gaz ajouté		Rapport de décomposition Fréon 11
	Type	Concentration de gaz	
2,2%			Plus de 99%
2,2%	H <sub>2</sub>	2,5%	62%
2,2%	H <sub>2</sub> O	2,5%	Plus de 99%



Comme on peut le voir du tableau 1, lorsque l'on introduit que CFC dans le plasma, le rapport de décompositions du Fréon 11 dépasse 99%. Cependant, une grande quantité de carbone adhère à la paroi interne du tube 2. Lorsque l'on introduit de l'hydrogène gazeux dans le plasma en même temps que Fréon 11, la réaction de décomposition ne se passe pas après qu'un rapport de décomposition de 62% ait été atteint. De même, le dépôt de carbone n'est pas supprimé. Par ailleurs, lorsque l'on admet, dans le plasma, un mélange de Freon 11 et d'eau, le taux de décomposition dépasse 99%. De plus, la production de carbone est fortement supprimée. Lorsqu'un composé de métal tel que de l'oxyde de calcium (non représenté au tableau 1) est ajouté à la place de l'hydrogène gazeux ou de l'eau, on obtient un halogénure de métal tel que le chlorure de calcium ou le fluor de calcium. De tels halogénures de métal sont des composés stables et affectent peu l'environnement.

Le tableau 2 montre les résultats d'une expérience accomplie pour la décomposition du 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroéthane (Fréon 113)  $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$ . Cette expérience montre que seul le Fréon 113 est décomposé à raison de plus de 99%, de la même manière que le Fréon 11. Lorsque l'on ajoute de l'eau au Fréon 113, le taux de décomposition dépasse 99%. De même, la production de carbone est fortement supprimée. Le générateur de plasma à induction utilisé fonctionne dans les mêmes conditions que dans l'expérience ci-dessus pour la décomposition du Fréon 11.

TABLEAU 2

Concentration du gaz du composé organique halogéné	Gaz ajouté		Rapport de décomposition Fréon 113
	Type	Concentration de gaz	
0,57%	$\text{H}_2$ $\text{H}_2\text{O}$		Plus de 99%
0,57%		2,5%	99%
0,57%		2,6%	Plus de 99%

En se référant à la figure 2, elle montre un autre système selon l'invention. Il faut noter que des composants identiques sont désignés par des chiffres identiques de référence sur toutes les figures. Dans cet exemple, une torche 1 a une tuyère 3 qui est pourvue d'un trou 8 connecté à une gorge 5. La tuyère 3 est prévue en son centre d'un trou 50. Un tube 9 à travers lequel s'écoule un gaz porteur provenant d'un premier récipient 10 et d'un second récipient 11 est connecté au trou central 50. Dans le premier récipient 10, on fait barboter du gaz argon à travers un composé organique halogéné. Dans le second récipient 11, on fait barboter du gaz argon à travers de l'eau. Un tube 52 est connecté au trou 8 et également à une source 20 de gaz argon via un régulateur d'écoulement 51.

Dans cet exemple, quand le système est à sa condition initiale, le sélecteur 19 monté dans le tube 9 est commandé pour fournir le gaz argon de la source 20 de gaz argon au trou 50 dans la tuyère 3. Le gaz argon provenant de la source 20 de gaz argon est fourni à la gorge 5 via le trou 8 à un débit contrôlé par le régulateur d'écoulement 51. Par conséquent, à l'intérieur du tube 2, le gaz argon est éjecté en deux emplacements, c'est-à-dire par les trous minuscules 7 dans la plaque 6 et par le trou 50. Dans cette condition, des ondes à haute fréquence sont fournies à une bobine haute fréquence 4 et le plasma P est allumé par un mécanisme d'allumage.

Ensuite, le sélecteur 19 est commuté à son autre état. Au lieu du gaz argon provenant de la source 20, les gaz du premier récipient 10 et du second récipient 11 sont éjectés dans le tube 2 via le trou 50 dans la tuyère 3. Par suite, le composé organique halogéné admis dans le plasma P est décomposé à une haute efficacité à cause de la haute température, de la même manière que dans l'exemple déjà décrit en se référant à la figure 1.

En se référant à la figure 3, elle montre un autre système selon l'invention. Une torche 1 a une tuyère 3 pour-

vue d'un trou 8 relié à une gorge 5. Un tube 61 est connecté au trou 8 et également à une source 63 de gaz argon via un régulateur d'écoulement 62. Un tube 64 est inséré dans la portion centrale de la tuyère 3. Un tube 65 est monté à l'intérieur du tube 64. Par conséquent, la portion centrale de la tuyère 3 est d'une structure double. Le tube externe 64 est connecté à un mélangeur 66. Un composé organique halogéné 68 maintenu dans un récipient 67 est introduit dans le mélangeur 66 par une pompe 69. De même, l'eau 71 reçue dans un conteneur 70 est fournie au mélangeur 66 par une pompe 72. Le tube 65 est connecté à une source de gaz argon 74 via un régulateur d'écoulement 73.

A l'état initial du système construit comme décrit ci-dessus, le gaz argon est fourni à un débit adéquat de la source 63 de gaz argon via le régulateur d'écoulement 62, est forcé à travers le tube 61, le trou 8, la gorge 5, et les trous minuscules 7 et est éjecté dans le tube 2. Dans cette condition, des ondes à haute fréquence sont appliquées à une bobine haute fréquence 4 pour allumer un plasma P par un mécanisme d'allumage (non représenté). Alors, les pompes 69 et 72 sont commandées pour fournir à la fois le composé halogéné et l'eau dans le mélangeur 66 où on les mélange. Le mélange liquide traverse le tube 64 vers le tube externe des tubes doubles montés au centre de la tuyère 3.

Le gaz argon est fourni par la source 74 de gaz argon dans le tube interne 65 des tubes doubles au centre de la tuyère 3 à un débit contrôlé par le régulateur d'écoulement 73. A l'extrémité avant des tubes doubles, le gaz argon est éjecté du tube interne. Cela atomise le mélange du composé organique halogéné et de l'eau provenant du tube externe des tubes doubles. Le mélange atomisé est introduit dans le plasma en même temps que le gaz argon.

La décomposition de Fréon 11 se passe dans le plasma comme cela a été donné par l'équation (1) ci-dessus. Si

des substances de réaction sont maintenues à de hautes température pendant longtemps, la réaction de décomposition continue à se passer, produisant des substances dangereuses telles que la dioxine. La figure 4 montre un exemple de l'invention qui est conçu en tenant compte des considérations ci-dessus. Dans cet exemple, un passage annulaire 80 est formé dans le tube 2. Une multiplicité de trous minuscules 81 sont formés dans la paroi interne du passage 80. Un tube 84 qui est connecté à une source de gaz argon 83 via un régulateur d'écoulement 82 est connecté au passage 80. Le débit du gaz provenant de la source 83 de gaz argon est contrôlé de manière appropriée par le régulateur d'écoulement 82 et le gaz est fourni au passage 80. Alors, le gaz argon est éjecté dans le tube 2 en provenant des nombreux trous minuscules 81.

Dans le système qui vient d'être décrit, le gaz argon provenant des trous minuscules 81 dans le passage 80 est injecté dans le plasma P. En conséquence, le plasma est momentanément refroidi. La portion du plasma où est admis le courant de gaz disparaît. Par conséquent, le composé organique halogéné décomposé ne peut être placé dans le plasma pendant longtemps. Ainsi, il ne se passe pas de réactions excessives. De cette manière, la production de sous-produits dangereux est empêchée.

Dans les exemples ci-dessus, le gaz argon est éjecté dans le plasma. Si la production de  $\text{NO}_x$  ne pose aucun problème, on peut éjecter de l'azote gazeux. De même, de l'eau peut être éjectée au lieu du gaz. Dans ce cas,  $\text{HCl}$  et  $\text{HF}$  produits par la décomposition sont absorbés dans l'eau. Cette absorption est favorisée par l'éjection d'une solution d'eau alcaline dans la flamme du plasma et neutralisation des acides. Un gaz alcalin tel que l'ammoniac peut être utilisé pour neutraliser les acides. Dans ce cas, les gaz acides peuvent être convertis en solides comme le chlorure d'ammonium et le fluorure d'ammonium, par neutralisation. Dans les exemples ci-dessus, également, le gaz argon est éjecté des

trous minuscules 81 pour éteindre le plasma. Alternative-  
ment, une fente annulaire est formée et du gaz ou du liqui-  
de est injecté dans un plasma, en provenant de cette fente.

Tandis que l'invention a été illustrée et décrite  
5 en se référant à ce mode de réalisation préféré, on compren-  
dra que des changements peuvent y être apportés. Dans  
l'exemple montré à la figure 1, la tuyère de la torche est  
pourvue d'une seule gorge. Le gaz argon et le gaz porteur  
contenant un composé organique halogéné vaporisé, sont  
10 fournis de manière interchangeable dans la gorge. Le gaz  
porteur est forcé à contenir la vapeur du composé organique  
en faisant barboter le gaz à travers le composé organique.  
La tuyère peut également être pourvue de deux gorges dont une  
reçoit le gaz argon et le gaz porteur de manière interchan-  
15 geable. Le gaz porteur est forcé à contenir un composé orga-  
nique halogéné vaporisé en faisant barboter du gaz à tra-  
vers le composé organique. L'autre gorge est constamment  
alimentée en gaz argon. Dans les exemples ci-dessus égale-  
ment, les composés organiques halogénés sont décomposés par  
20 un générateur de plasma à induction à haute fréquence. Ce  
générateur de plasma pour décomposer les composés peut être  
du type à chauffage direct. Dans la description ci-dessus,  
les composés organiques halogénés en phase liquide sont  
introduits dans le plasma. L'invention s'applique également  
25 au cas où des composés organiques halogénés en phase gazeuse  
ou liquide sont décomposés.

R E V E N D I C A T I O N S  
=====

1. Procédé de décomposition d'un composé organique halogéné, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'introduire le composé organique halogéné dans un plasma pour décomposer ledit composé.
- 5           2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le plasma est produit par un générateur de plasma à induction à haute fréquence.
3. Procédé de décomposition d'un composé organique halogéné, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'introduire ledit composé organique halogéné et une substance dans un plasma pour décomposer le composé organique, la substance réagissant avec le composé organique halogéné décomposé dans le plasma.
- 10           4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la substance précitée est de l'eau.
- 15           5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la substance précitée est un composé de métal.
6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend de plus l'étape d'introduire les substances obtenues par la décomposition dans le plasma, dans une solution alcaline pour neutraliser les substances.
- 20           7. Procédé de décomposition d'un composé organique halogéné, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- . faire barboter un gaz porteur à travers le composé organique halogéné qui est en phase liquide de manière que le composé soit contenu dans le gaz porteur ;
- 25           . faire barboter le gaz porteur à travers une substance liquide réagissant avec le composé organique halogéné décomposé de manière que la substance liquide se trouve contenue dans le gaz porteur ;
- 30



- . Mélanger le gaz porteur contenant le composé organique halogéné avec le gaz porteur contenant la substance liquide ; et
  - . introduire le mélange gazeux dans un plasma.
- 5           8. Dispositif pour décomposer un composé organique halogéné, caractérisé en ce qu'il comprend :
- . un tube cylindrique (2) ;
  - . une tuyère (3) d'alimentation en gaz ;
  - . une torche à plasma à induction consistant en
  - 10           une bobine haute fréquence (4) enroulée autour du tube (2) ;
  - . une source (15) de gaz porteur ;
  - . un premier récipient (10) qui contient le composé organique halogéné (12) en phase liquide
  - 15           et dans lequel est introduit un gaz porteur provenant de ladite source ;
  - . un second récipient (11) qui contient de l'eau et dans lequel le gaz porteur est introduit en
  - 20           provenance de ladite source ;
  - . un passage (13) du gaz porteur qui mélange le gaz porteur du premier récipient au gaz porteur du second récipient et force le mélange résultant dans ladite tuyère, le gaz porteur du premier récipient contenant le composé organique
  - 25           halogéné, le gaz porteur du second récipient contenant de l'eau.
9. Générateur de plasma à induction, caractérisé en ce qu'il comprend :
- . un tube cylindrique (2) ;
  - 30           . une tuyère d'alimentation en gaz (3) ;
  - . une torche de plasma à induction consistant en une bobine haute fréquence (4) enroulée sur le-
  - dit tube ;
  - . un tube d'admission de liquide (8) qui est monté
  - 35           dans la tuyère d'alimentation en gaz et dans lequel est introduit un liquide à fournir dans un

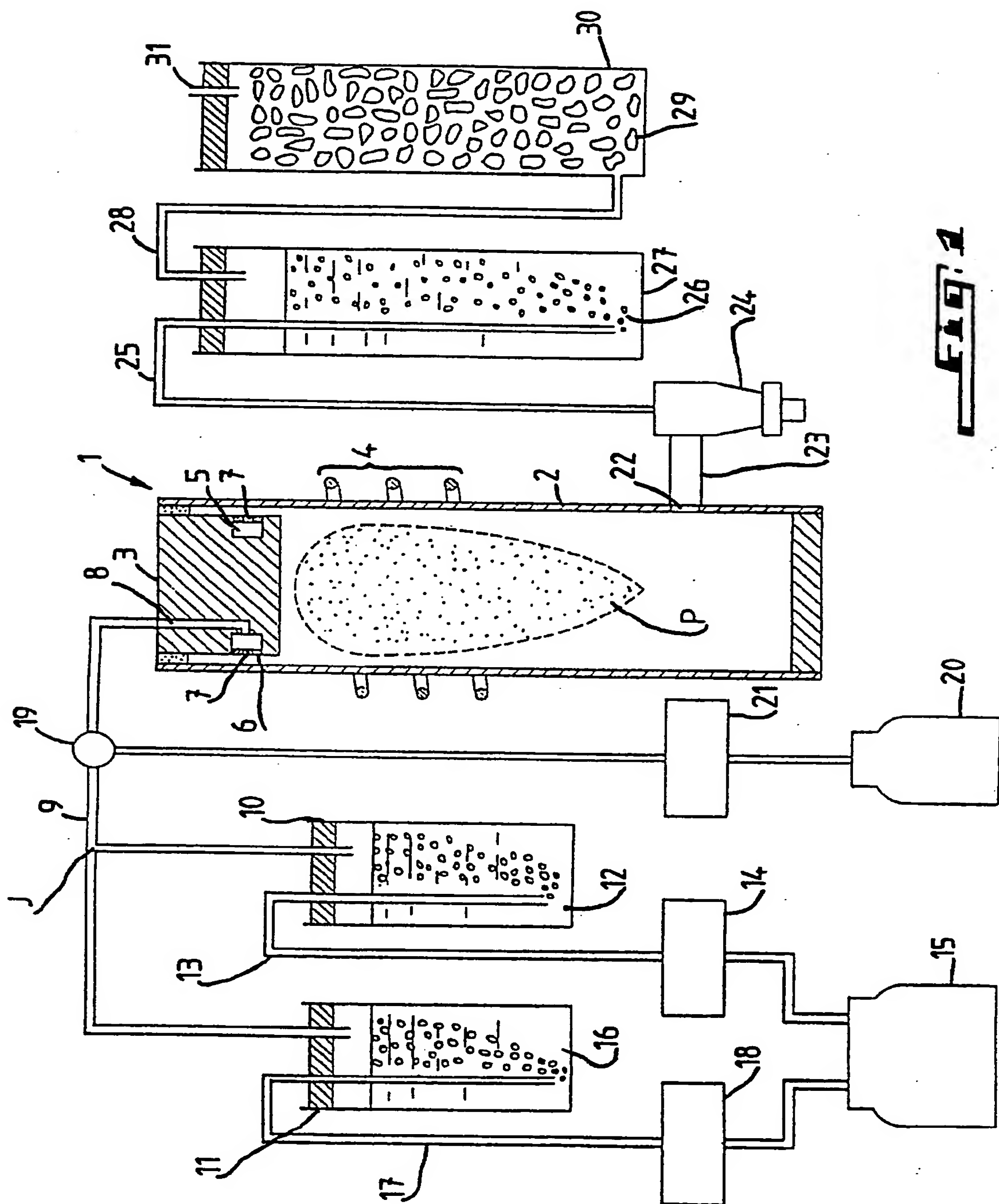
plasma formé dans le tube cylindrique ;

- . un tube (9) d'admission de gaz disposé près du tube d'admission de liquide ; et
- . en ce que le liquide provenant du tube d'admission de liquide est atomisé par le gaz du tube d'admission de gaz et est pulvérisé dans le plasma.

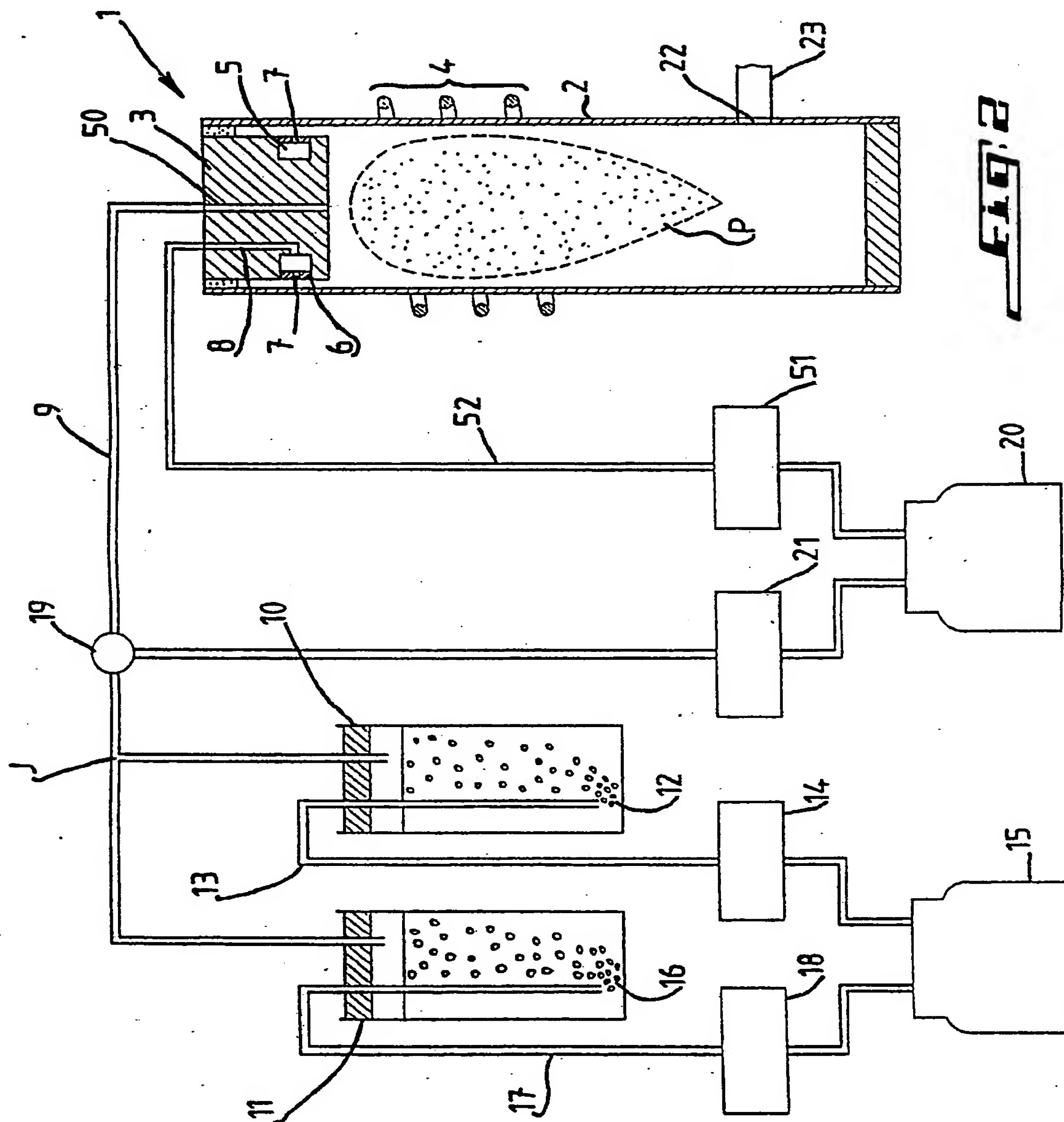
10. Dispositif pour décomposer un composé organique halogéné, caractérisé en ce qu'il comprend :

- . un tube cylindrique (2)
- . une tuyère (3) d'alimentation en gaz ;
- . une torche de plasma à induction (4) consistant en une bobine haute fréquence enroulée sur le tube ;
- . un moyen (69) pour fournir le composé organique halogéné dans un plasma via la tuyère d'alimentation en gaz, le plasma étant formé dans le tube cylindrique ; et
- . un moyen (81) pour éjecter un gaz ou un liquide dans une portion du plasma pour éteindre ladite portion du plasma.

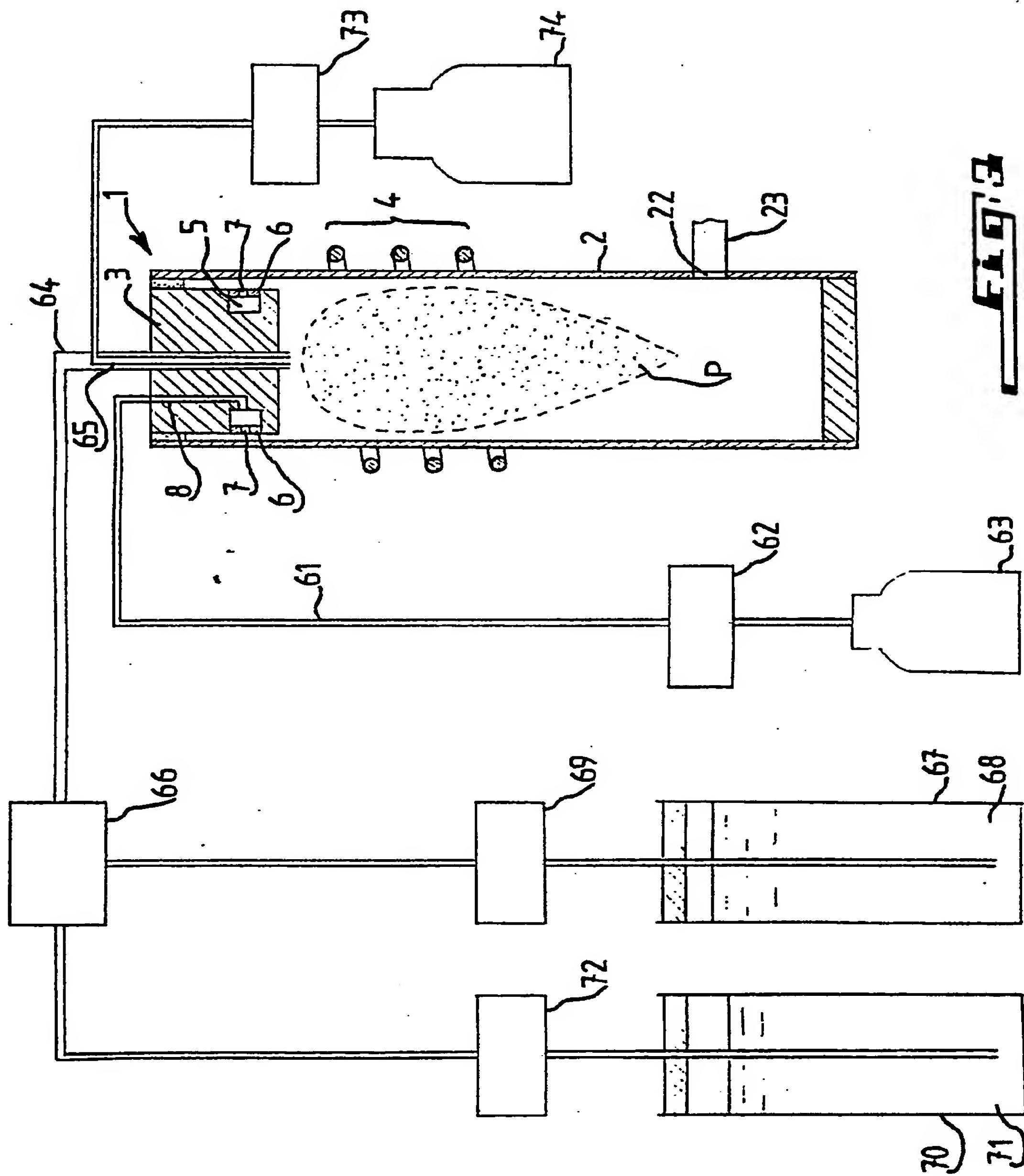
1/4

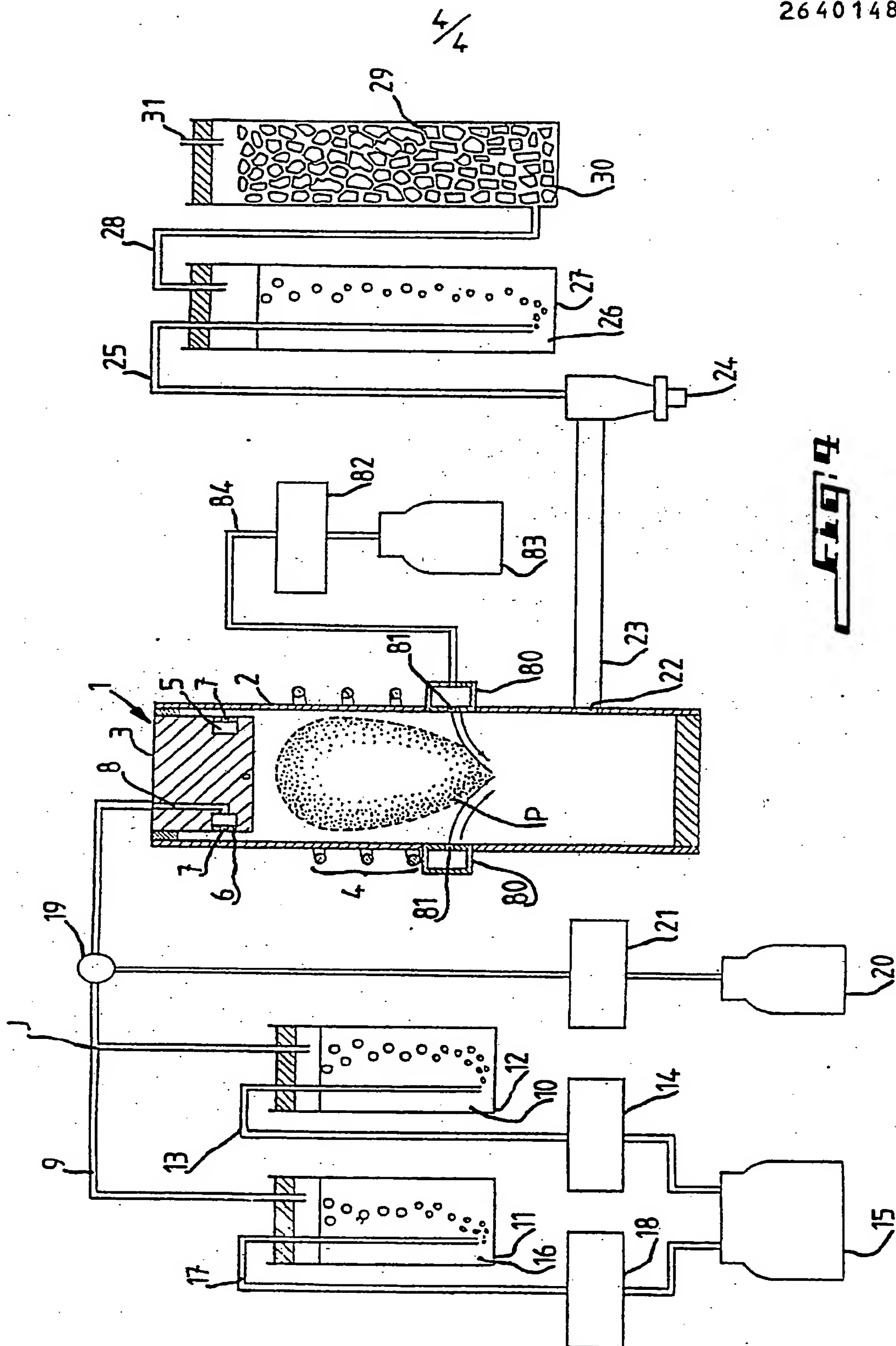


2/4



3/4





FR 2 640 148



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**